
VALORIZACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN LA SEMILLA DE AGUACATE (*PERSEA AMERICANA*)

DOI: <https://doi.org/10.24236/24220493.n6.2019.9>

Liliana Marcela Moreno

Magíster en Ciencias Agroalimentarias,
Gestora de la Línea de Biotecnología y Nanotecnología,
Tecnoparque Nodo La Angostura - SENA
lilimoreno@sena.edu.co

Angélica Sandoval Aldana

Doctora en Ingeniería de Alimentos,
Docente de la Universidad del Tolima

Palabras clave: Aguacate (*Persea americana*), metabolitos secundarios, recubrimientos comestibles, vida útil.

Resumen: En los últimos años se ha identificado y aislado varios metabolitos secundarios biológicamente activos presentes en el aguacate (*Persea americana*) los cuales, en pruebas realizadas en conservas de carne, procesos de curado y preservación de cremas de confitería, han demostrado una posible aplicación en la industria alimenticia, ya que prolongan el tiempo de vida útil de los productos. En el presente estudio se realizó el tamizaje fitoquímico de extractos etanólicos de semillas de tres variedades de aguacate (criollo, lorena y hass) producidas en el norte del departamento del Tolima, con el fin de establecer la composición de metabolitos secundarios en cada una de ellas. El extracto de la semilla de la variedad lorena presentó mayor concentración de estos compuestos y se probó su efecto en la conservación postcosecha en frutos de aguacate adicionando 2 % (p/v) del extracto a aceite del mismo fruto, la mezcla se usó como recubrimiento comestible en los frutos en estado óptimo de madurez fisiológica. Se evidenció una actividad protectora del recubrimiento enriquecido con el extracto, ya que los frutos de los controles (recubrimiento sin extracto y sin recubrimiento) sufrieron un mayor deterioro en el color, además de un aumento en la pérdida de peso una vez alcanzaron el punto de madurez de consumo.

ADD VALUE TO SECONDARY METABOLITES FROM SEED AVOCADO (*PERSEA AMERICANA*)

Abstract: In recent years several bioactive compounds called secondary metabolites have been identified and isolated. These compounds are present in avocado seeds (*Persea americana*) and have demonstrated a possible application in the food industry because they prolong the useful life time on tests conducted in preserved meat, curing processes and confectionery creams preservation. In the present study phytochemical screening of ethanol extracts of seeds of three varieties of avocado produced in the north of the department of Tolima was performed (criollo, lorena and hass) for the purpose to establish the composition of secondary metabolites in each of them. The seed extract of Lorena variety showed higher concentrations of these compounds and its effect on post-harvest conservation was tested in avocado fruits adding 2 % (w/v) extract to avocado oil, the mixture was used as an edible coating in the fruits in optimal physiological maturity. It was observed that the coating with extract has protective activity because the fruits of control (coatings without extracts and uncoated) suffered a further deterioration in firmness and color in addition to an increase in weight loss once reached their consumption maturity.

Keywords: Avocado (*Persea americana*), secondary metabolites, edible coatings, shelf life.

Introducción

El aguacate (*Persea americana* Mill.), perteneciente a la familia de las lauráceas, conocido también como palto en algunos países americanos, es originario de este continente; sin embargo, su cultivo comercial es relativamente reciente (Carabalí *et al.*, 2018). En Colombia, las lauráceas se encuentran bien representadas en diversos tipos de bosques. Actualmente, el departamento del Tolima es una de las zonas de mayor producción de aguacate a nivel nacional, con un área sembrada de aproximadamente 5.500 hectáreas y rendimientos de 10 a 15 toneladas de frutos por hectárea (Sierra *et al.*, 2014). La zona de siembra se ubica principalmente en los municipios de Alvarado, Ibagué, Rovira, San Luis, Ortega, San Antonio, Chaparral, Río Blanco, Fresno y Planadas (PFN, 2016).

El estudio de prospectiva para la innovación en la agrocadena del aguacate en el Tolima (Bermeo *et al.*, 2010) promueve la industrialización para realizar una

explotación óptima de la cadena productiva del aguacate mediante el aprovechamiento de su pulpa para la obtención de aceite, guacamole y otros derivados; este nuevo eslabón de la cadena lleva a generar subproductos del fruto tales como la cáscara y la semilla, la cual no se considera de interés en el proceso de obtención de aceite por su bajo contenido; sin embargo, análisis fisicoquímicos llevados a cabo por Cárdenas *et al.* (2017) demuestran que los ácidos grasos presentes en la semilla poseen mayor cantidad de ácidos poliinsaturados que la pulpa, y además es posible encontrar en ella enzimas y sustancias que presentan actividades vermífugas, antibióticas, antifúngicas, antioxidantes, citotóxicas e insecticidas (Torres *et al.*, 2017).

Las propiedades que se han encontrado en los extractos de semilla de aguacate se explican en la presencia de compuestos denominados metabolitos secundarios (Velázquez, 2012), los cuales se definen

como productos de rutas metabólicas que no desempeñan una función esencial en la planta y, por lo tanto, no poseen una distribución universal. En los últimos años se han realizado estudios sobre la capacidad antimicrobiana de un extracto en acetona a partir de su semilla, determinando que tiene un efecto antibacteriano sobre *S. aureus*, *B. subtilis*, *Aspergillus glaucus* y *Penicillium notatum*, pero que no presentó efecto sobre *E. coli* y *Pseudomonas fluorescens* (Hernández *et al.*, 2018). Con el fin de determinar el efecto que causan los metabolitos secundarios extraídos de la semilla de aguacate en la conservación de frutas, se evaluó diferentes agentes de recubrimiento de tipo comestible biológicamente activos con el fin de obtener un producto apto para el manejo postcosecha de las frutas.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias Agroalimentarias de la Universidad del Tolima, ubicado en la ciudad de Ibagué. Los frutos de aguacate fueron recolectados en las zonas norte y centro del departamento del Tolima, comprendiendo los municipios de Mariquita, Fresno y Alvarado, los cuales se caracterizan por su alta producción, destacando las variedades hass, criollo y lorena. Los frutos fueron cosechados en su punto de madurez fisiológica sin ningún tipo de daño o alteración física. La maduración de los frutos se llevó a cabo bajo condiciones de atmósfera controlada a temperatura constante de 10 °C hasta el punto óptimo de consumo.

Apertura de los frutos: se retiraron las semillas de forma manual y se llevaron a secado en horno (Gallenkamp, UK) bajo condiciones moderadas a 37 °C durante 48 horas; a continuación, las semillas fueron molidas en molino de cuchillas hasta obtener partículas de 1 mm.

Extracción de metabolitos secundarios: Se obtuvo tres extractos con metabolitos secundarios: Extracto

de la semilla completa (Sc), Extracto de la semilla sin cubierta seminal (Se) y Extracto de la cubierta seminal (Cs). Las semillas y cubiertas seminales de las diferentes variedades de aguacate fueron sometidas a extracción Soxhlet con éter de petróleo durante seis horas, con el fin de retirar las sustancias apolares que afectan la identificación de metabolitos secundarios de naturaleza polar.

El tratamiento de la semilla y cubierta seminal se llevó a cabo por el método de percolación con etanol al 98 % en frío durante 48 horas, este proceso se realizó mediante una lluvia del disolvente con el fin de penetrar toda la masa envolviendo todas las partículas con una película de líquido en continuo recambio. Los extractos fueron concentrados bajo presión reducida en un rotoevaporador y llevados a congelación a -20 °C para su posterior uso.

Tamizaje Fitoquímico: Los extractos se sometieron a diferentes reacciones químicas cualitativas para los siguientes metabolitos: fenoles totales (Folin-Ciocalteu), cumarinas (Baljet), saponinas (ensayo de espuma), triterpenos o esteroides (Liebermann-Burchard), taninos (cloruro férrico), quinonas (Borntrager), flavonoides (Shinoda) y alcaloides (reactivos de Mayer, Wagner, Dragendorff). Nguyen *et al.* (2016).

Elaboración de cubiertas para conservación de frutos: La concentración de extracto adicionado en el aceite de aguacate fue de 2 % (v/v), ya que, según datos publicados por Ramos *et al.* (2010), este valor confiere a los agentes de recubrimiento actividad frente a diversos microorganismos.

Seguimiento de la vida útil de los frutos: Los frutos se mantuvieron en un espacio cerrado a 24 °C y H.R. de 45 %; se realizó pruebas de pérdida de peso (Curva de madurez) y color (Colorimetría), las mediciones se llevaron a cabo cada dos días hasta que los frutos alcanzaron el punto óptimo de consumo. Una vez los frutos alcanzaron su punto de madurez para consumo,

se realizaron pruebas fisicoquímicas de Acidez (A.O.A.C. 942.15/90) y pH (A.O.A.C 10.041/84). Las anteriores pruebas fueron comparadas con dos tratamientos control (recubrimiento sin extracto y sin recubrimiento) para establecer la efectividad del recubrimiento enriquecido con extracto.

Análisis estadístico: Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics Centurion XV, usando el método de comparación de varias muestras y análisis de varianza con un nivel de significancia del 95 %.

Resultados

Al analizar el contenido de metabolitos secundarios en la semilla de tres variedades de aguacate se

observaron diferencias cualitativas (tabla 1). El análisis fitoquímico reveló la presencia de taninos, cumarinas, flavonoides, saponinas y quinonas; no se detectó la presencia de esteroides y/o terpenoides, aun cuando diversos autores como Ramos *et al.* (2009) reportan este compuesto en la semilla de aguacate.

El contenido de compuestos fenólicos en los extractos etanólicos de la semilla de las tres variedades de aguacate presentan una alta capacidad protectora de oxidación, siendo más abundante en la semilla de aguacate lorena; lo anterior podría indicar que esta variedad tiene mayor capacidad para captar radicales libres que originan el estrés oxidativo en las frutas, atribuyéndole simultáneamente un efecto conservante que previene la degeneración de los tejidos vegetales (Santos, 2017).

Tabla 1. Marcha fitoquímica del extracto etanólico de tres variedades de aguacate

Metabolitos secundarios α	Variedad de aguacate								
	Hass			Lorena			Criollo		
	(Sc)	(Se)	(Cs)	(Sc)	(Se)	(Cs)	(Sc)	(Se)	(Cs)
Triterpenoides y/o Esteroides	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Compuestos fenólicos	++	+	++	+++	++	+++	+++	++	+++
Flavonoides	++	++	++	+++	++	+++	++	++	++
Cumarinas	+	-	+	++	-	+++	++	-	++
Alcaloides	+	+	-	++	++	-	+	++	-
Saponinas *	++	++	++	++	+++	++	++	+++	++
Quinonas	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Taninos	++	+	+	++	++	+	+	+	+

- Sc: Extracto de la semilla completa. Se: Extracto de la semilla sin cubierta seminal. Cs: Extracto cubierta seminal.
- α: La concentración cualitativa se expresó en: +++ (Alta); ++ (Media); + (Baja); y -(Ausente), en función del color y/o precipitado formado.
- *: Saponinas: +++ (Abundante: > 14 mm de espuma); ++ (Moderado: 10-14 mm de espuma); + (Bajo: < 10 mm de espuma); - (Ausencia: < 5 mm de espuma).

Se puede observar que la semilla del aguacate lorena posee mayor distribución de flavonoides, encontrando mayor concentración en la cubierta seminal; por tal motivo, la semilla sin cubierta seminal es más susceptible a sufrir oxidación por radicales libres. Las variedades hass y criollo presentaron una concentración media en el contenido de este metabolito, tanto en la semilla como en la cubierta seminal.

La cumarina funciona como defensor para la planta, ya que posee propiedades supresoras del apetito, así como propiedades antimicrobianas, captadoras de radiación UV e inhibidoras de la germinación (Perea *et al.*, 2017). En la marcha fitoquímica se encontró que este compuesto está presente en la cubierta seminal de las tres variedades de aguacate, siendo más abundante en el aguacate criollo y en el lorena. No se detectó en la semilla sin cubierta.

Los alcaloides intervienen en las principales reacciones del metabolismo celular, siendo causa de intoxicación en humanos y animales, además de presentar la función biológica de defensa contra microorganismos; se encuentran principalmente en la parte foliar de plantas y árboles, aunque también se han identificado en algunas semillas (Hernández, 2017). Esta sustancia fue encontrada en la semilla sin cubierta seminal de las semillas de las tres variedades de aguacate, si bien las concentraciones más altas se identificaron en las variedades lorena y criolla.

Por otro lado, se estableció que las saponinas extraídas de frutos han mostrado un efecto antifúngico sobre *R. stolonifer*, así como actividad citotóxica sobre células cancerígenas (Mimaki *et al.*, 2011). Al realizar la identificación de saponinas en las muestras de semillas de aguacate evaluadas, se encontró una gran proporción de estas en las variedades lorena y criolla, especialmente en la semilla sin cubierta seminal; la variedad hass presentó un bajo contenido de saponinas, ya que la formación de espuma fue estable durante 10 segundos

y no superó los 5 mm de altura. En las tres variedades de aguacate se encontraron cantidades bajas de quinonas, estando presentes solo en la semilla y no en la cubierta seminal; resultados similares se observaron en extractos etanólicos de semillas de aguacate hass provenientes de México (Ramos *et al.*, 2009).

Los taninos presentan una importante actividad biológica de inhibición enzimática, ya que se ha comprobado que bloquea la 5-lipoxigenasa; por otro lado, tienen propiedades antioxidantes, ya que inhiben la peroxidación lipídica y son captadores de radicales libres (Tolosa y Cañizares, 2017). En el análisis fitoquímico realizado a las semillas de aguacate, se estableció que la variedad lorena posee una presencia moderada de taninos en su semilla y baja en la cubierta seminal, mientras que las variedades hass y criolla presentaron bajos contenidos.

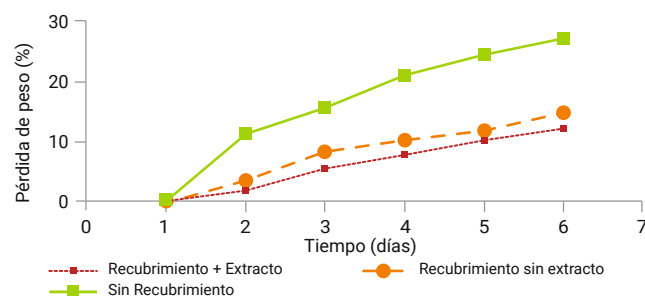
Una vez analizada la composición fitoquímica en las diferentes muestras, se puede establecer que la semilla de la variedad lorena posee mayor concentración de metabolitos secundarios en la semilla completa (Sc); por lo tanto, se escogió su extracto etanólico para adicionar al aceite de aguacate y recubrir los frutos con esta mezcla.

Seguimiento de la vida útil de los frutos

Pérdida de peso: La figura 1 muestra las pérdidas de peso de los frutos de aguacate en función del tiempo de almacenamiento. Se observa que la pérdida de peso en los frutos del control fue mayor en comparación con los frutos recubiertos con las películas, lo que indica que los recubrimientos actúan como barreras contra la humedad. Se observa que el tratamiento control presentó el mayor porcentaje de pérdida de peso, con 26,951 %; además, se puede establecer que el aceite de aguacate con extracto de semilla presentó la menor pérdida de peso, con 12,2 %, mientras que el aceite sin extracto alcanzó una pérdida de 14,7 %, lo anterior denota que

el aceite de aguacate ejerce una importante barrera contra la pérdida de humedad en frutos de aguacate, al disminuir la pérdida de peso en un 45,2 % con respecto a los frutos sin recubrimiento. La aplicación de recubrimientos hidrofóbicos en la superficie de las frutas aporta una barrera adicional a la deshidratación, lo que indica que para ejercer una barrera eficiente al agua, los recubrimientos deben contener componentes hidrofóbicos. Los recubrimientos a base de lípidos son muy eficientes para reducir la deshidratación de los productos debido a su baja polaridad, además de presentar una escasa permeabilidad al vapor de agua (De Ancos *et al.*, 2015). El análisis estadístico no arrojó diferencias significativas ($P > 0,05$) para los frutos recubiertos con aceite con extracto y sin extracto, con lo que se puede establecer que la adición de extractos de semilla en este recubrimiento no tiene efecto en la pérdida de humedad de los frutos.

Figura 1. Efecto de los tratamientos en la pérdida de peso en frutos de aguacate

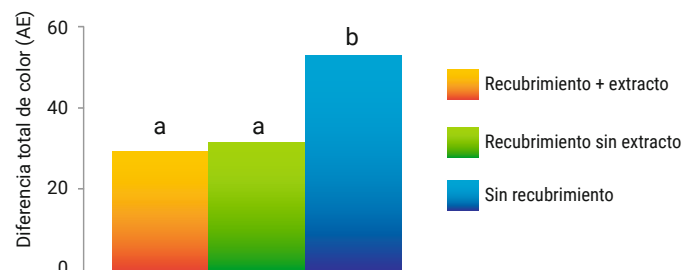


Fuente: Elaboración propia.

Color: Para los frutos de aguacate, la diferencia total de color durante seis días de medición fue mayor en los frutos del control (sin recubrimiento) que en los tratados con recubrimientos con extracto y sin extracto de semilla, lo que confirma que el uso de recubrimientos en los frutos de aguacate ayuda a reducir los cambios asociados al color. Se encontró que la tendencia de los parámetros colorimétricos fue una disminución de *L y *b y un aumento de *a (paso de región verde a rojo), lo

que quiere decir que los frutos con el paso de los días tomaron una tonalidad más pálida, pasando de un color verde oscuro a verde-amarillo pálido, encontrando valores más altos de *a para los frutos sin recubrimiento. El parámetro de luminosidad (*L) sufrió una disminución paulatina durante el tiempo de medición, encontrando el valor más bajo en el tratamiento sin recubrimiento. El análisis estadístico arrojó diferencias ($P < 0,05$) entre ΔE de los frutos sin recubrimientos y los frutos recubiertos con y sin extracto; sin embargo, no hubo diferencia estadística ($P > 0,05$) entre el recubrimiento de aceite con extracto y el recubrimiento sin extracto.

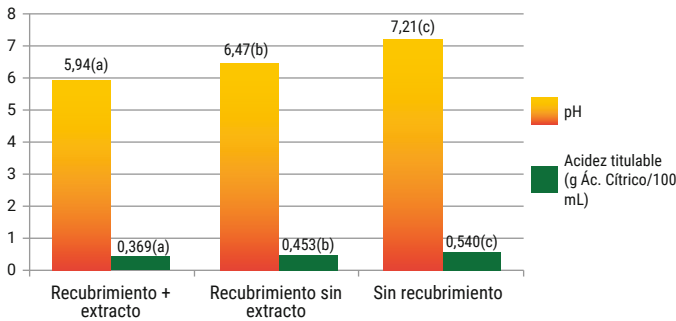
Figura 2. Diferencia de color para frutos de aguacate con diferentes tratamientos. Diferentes letras indican significancia estadística ($P < 0,05$)



Fuente: Elaboración propia.

Acidez y pH de la pulpa: Los datos obtenidos para los diferentes tratamientos muestran que existe diferencia estadística entre los tratamientos ($P < 0,05$). Se podría concluir que la incorporación de aceite de aguacate como recubrimiento aumenta la acidez del fruto al alcanzar la madurez de consumo, lo cual indicaría que los recubrimientos de aceite no permiten la adecuada degradación de los ácidos orgánicos porque limita la respiración de los frutos; además, la adición de extracto de semilla de aguacate confiere a los frutos un pH final más bajo, teniendo una posible incidencia en la calidad sensorial, ya que el aguacate se caracteriza por su sabor dulce y suave.

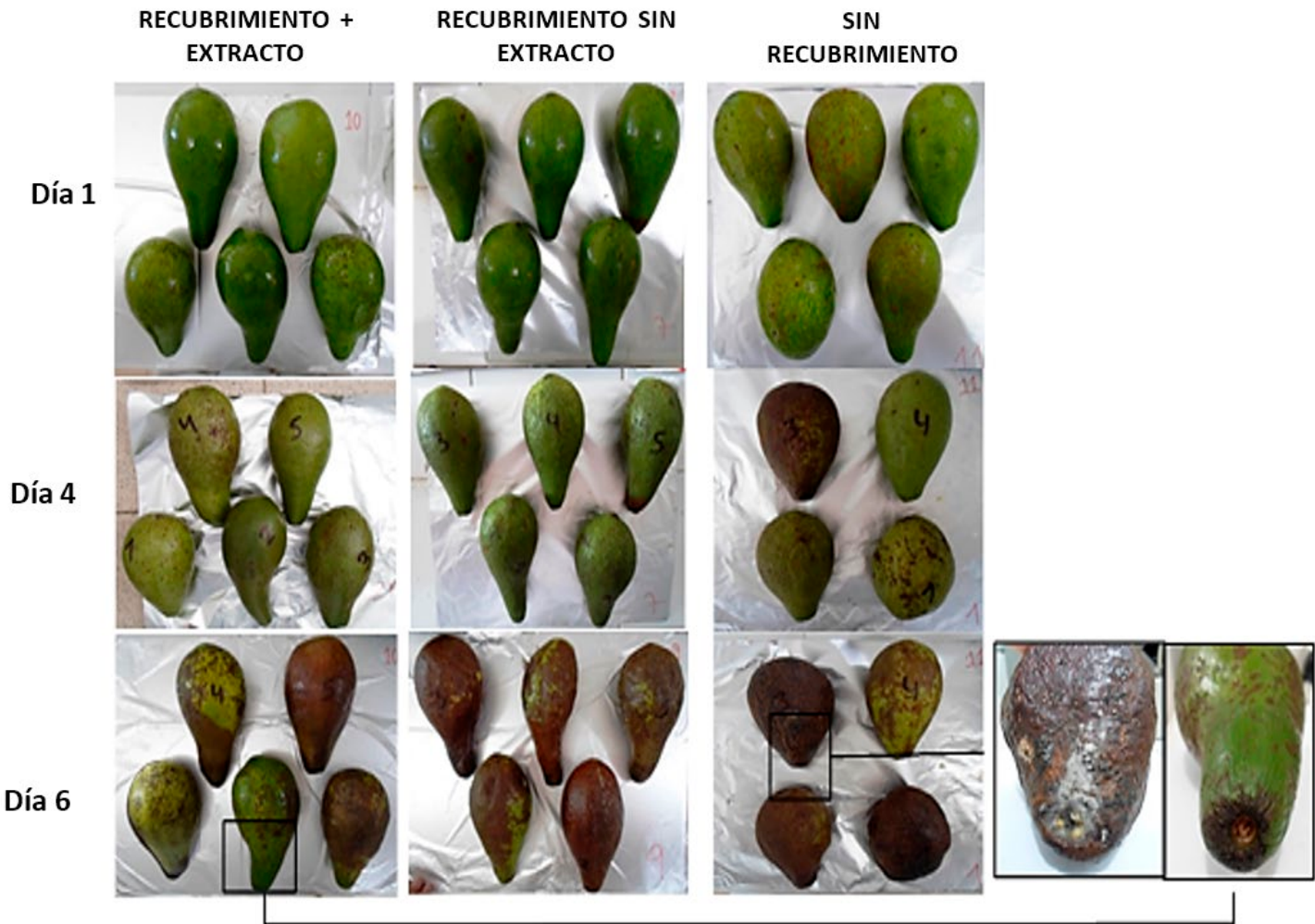
Figura 3. Acidez y pH de la pulpa de aguacate sometidos a diferentes tratamientos. Diferentes letras indican significancia estadística ($P < 0,05$) en cada serie de datos



Fuente: Elaboración propia.

Los diferentes tratamientos presentaron diferencias muy marcadas en su apariencia; los frutos sin recubrimientos desarrollaron moho en el pedicelo, mientras que en los frutos con recubrimiento enriquecido con extracto no se evidenció ningún crecimiento microbiano, lo que podría comprobar el efecto antimicrobiano del extracto de la semilla de aguacate.

Figura 4. Estado de los frutos sometidos a diferentes tratamientos durante los días de maduración



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El análisis fitoquímico reveló la presencia de taninos, cumarinas, flavonoides, saponinas y quinonas, aunque no se detectó presencia de esteroides y/o terpenoides. La semilla de la variedad lorena presentó una mayor concentración de compuestos fenólicos y flavonoides, lo que indicaría mayor capacidad para captar radicales libres que originan el estrés oxidativo en frutas, atribuyéndole, simultáneamente, un efecto conservante que previene la degeneración de los tejidos vegetales; por tal motivo, se escogió el extracto etanólico de esta variedad para adicionar al recubrimiento de aceite de aguacate.

Los recubrimientos con aceite de aguacate mejoraron la apariencia visual de los frutos, ya que proporcionaron mayor luminosidad frente a los frutos del tratamiento sin recubrimiento; además, se observó una buena adherencia y estabilidad a temperatura ambiente (26 °C). La incorporación de extracto de metabolitos secundarios a los recubrimientos no presentó ningún tipo de alteración visual, ya que no se evidenció separación de fases ni precipitados en la mezcla.

La adición del extracto de semilla de aguacate no tiene efecto sobre la pérdida de peso, el cambio de color y la firmeza de los frutos durante la maduración; sin embargo, se estableció que sí afecta la acidez final de la pulpa, causando una posible alteración sensorial; para establecer esto es necesario realizar pruebas sensoriales y evaluar el grado de aceptación del consumidor. Por otra parte, el uso de extractos de la semilla de aguacate contribuye a disminuir los daños producidos por microorganismos a lo largo de la maduración, ya que en los frutos tratados con recubrimiento más extracto no se evidenció ningún daño de tipo biológico.

Referencias bibliográficas

- Bermeo, H. P.; Saavedra, C.; y Sandoval, A. (2010). *Prospección para la innovación en la agrocadena del aguacate en el Tolima*. Universidad de Ibagué. 106.
- Canto, W. y Travaglini, M. (1980). "Óleo de abacate: extração, usos e seus mercados atuais no Brasil e na Europa". *Revista Estudos Econômicos Alimentos processados*. (11): 144.
- Carabalí, D.; Montoya, J.; y Muñoz, A. (2018). "Efecto de la exclusión de insectos visitantes florales en el cuajado de frutos de *Persea americana* (Lauraceae) cv. Hass". *Acta Zoológica Mexicana (NS)*, 34(1): 1-9.
- Cárdenas, J.; Romero, P.; Auccapur, C.; Chang, Y.; y Hurtado, F. (2017). "Diseño de una planta para la producción de aceite de palta (*Persea Americana* Mill)". *Big Bang Faustiano*, 5(3).
- De Ancos, B.; González-Peña, D.; Colina-Coca, C.; y Sánchez-Moreno, C. (2015). "Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama". *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(1): 8-17.
- Gómez, A. (2008). *Memorias seminario Internacional Evaluación Sensorial de licores de Ecuador y Venezuela*, Casa Luker, Bogotá, Colombia.
- Hernández, J.; Zaragoza, A.; López, G.; Peláez, A.; Olmedo, A.; y Rivero, N. (2018). "Actividad antibacteriana y sobre nematodos gastrointestinales de metabolitos secundarios vegetales: enfoque en Medicina Veterinaria". *Abanico veterinario*, 8(1): 14-27.
- Hernández, S. G. (2017). *Desarrollo de metodología sintética para la obtención de azinas, azoles y alcaloides con actividad biológica*. (Doctoral dissertation, Universidad de Alcalá).

- Martín, R. y Biones, R. (1999). "Industrial Uses and Sustainable Supply Quillaja saponaria (*Rosaceae*) saponins". *Econ. Bot*, 53; 302-311.
- Mimaki, Y.; Watanabe, K.; Ando, Y.; Sakuma, C.; Sashida, Y.; Furuya, S.; y Sakagami, H. (2011). "Flavonol glycosides and steroidal saponins from the leaves of *Cestrum nocturnum* and their cytotoxicity". *Journal of Natural Products*, 64: 17-22.
- Nguyen, N.; Vicet, L.; Siverio, D.; Jorge, M.; González, D.; y Castañeda, I. (2016). "Tamizaje fitoquímico y evaluación de la actividad sobre el sistema nervioso central del extracto etanólico de *Eugenia clarensis* Britton & P. Wilson". *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 4(1): 39-48.
- Perea, A.; Mosquera, C.; y Ospina, M. (2017). "Evaluación del extracto de anamú (*Petiveria alliacea*), en el control del gusano perforador (*Neoleucinodes elegantalis*) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*)".
- Plan Frutícola Nacional (PFN) (2016). *Diagnóstico y análisis de los recursos para la fruticultura en el departamento del Tolima*. Obtenido el 15 de junio de 2019, de: http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_15_Anexo%20A.pdf.
- Ramos M.; Moreno, A.; Chamorro, G.; y Garduño, L. (2009). "Estudio de las propiedades de la semilla de aguacate (*Persea americana*) variedad hass, para el aprovechamiento integral del fruto". *XXV Aniversario de la Carrera de Ingeniería en Alimentos en el Instituto de Ciencias Agrícolas*, Universidad de Guanajuato.
- Ramos, M.; Bustista, S.; y Barrera, L. (2010). "Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas". Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. 81-83.
- Santos, J. (2007). *Identificación de las principales familias de metabolitos secundarios de la flor del subín (Acacia farnesiana [L.] willd.) mediante un tamizaje fitoquímico*. Tesis de grado. Universidad de San Carlos. Guatemala.
- Sierra, P.; Quiroga, L.; y Varón, H. (2014). "Preferencia de mosca blanca (*Paraleyrodes* sp.) por cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.) en Fresno, Tolima". *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(2): 197-206.
- Tolosa, L. y Cañizares, E. (2017). "Obtención, caracterización y evaluación de la actividad antimicrobiana de extractos de propóleos de Campeche". *Ars Pharmaceutica (Internet)*, 43(1-2): 187-204.
- Torres, N. L.; Laurido, C.; Pavan, M. F.; Zapata, A.; y Martínez, J. L. (2017). "Plantas medicinales de Panamá 2: Etnobotánica de la Reserva forestal la Tronosa, Provincia de los Santos". *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 16(4): 361-384.
- Velázquez, M. (2012). *Metabolitos secundarios de las ramas de dos especies de Lauraceas y su papel en la sobrevivencia vegetal*. Tesis de grado Ciencias Biológicas de la Salud. Universidad autónoma Metropolitana Iztapalapa. México.